－ΔＶ制御

NiCd NiMH

超急速充電器

MAX713 kit

ＮｉＣｄ：ニッケルカドミウム充電池	Nickel Cadmium Rechargeable Battery
Ｎｉ·ＭＨ：ニッケル水素充電池	Nickel Hydride Rechargeable Battery

［基本仕様］

◇充電適合電池：ＮｉＣｄ充電池…単３型　1.2V,　700mAh　KR0.7AAR/GS-SAFT
　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　700AAPU /YUASA
　　　　　　　　　　　　　　　　1.2V,　800mAh　KR0.8AAR/SAFT
　　　　　　　ＮｉＭＨ充電池…単３型　1.2V, 1100mAh　NH-11AA /HITACHI

◇充電本数：６本直列（標準電圧7.2Ｖ）

◇充電制御方法：二重の自動制御機能
①－ΔＶ（負の電圧勾配検出）制御による自動停止
②内蔵タイマによる強制停止
超急速充電終了後は自動的にトリクル充電に移行

◇充電電流：①超急速モード　ＮｉＣｄ…約１Ａ（定電流　1.5Ｃ相当）
　　　　　　　　　　　　　ＮｉＭＨ…約1.2Ａ（定電流　1.1Ｃ相当）
　　　　②トリクルモード　ＮｉＣｄ…約 23mA（定電流　1/30Ｃ相当）
　　　　　　　　　　　　　ＮｉＭＨ…約 40mA（定電流　1/30Ｃ相当）

◇充電時間：ＮｉＣｄ…約50分(700mAh)，60分(800mAh)
ＮｉＭＨ…約60分
※トリクルモードには自動停止機能はありません。

◇使用する電源：当社コロイドバッテリー用自動充電器　ABCB-1またはABCB-2を基準に設計しています。
この他に、ＤＣ15Ｖ，２Ａ程度の電源（非安定）も使用可能です。

《パーツリスト》

部品名	型番	個数	備考
IC	MAX713	1	[MAXIM] -ΔV制御NiCd/NiMH電池充電用IC
トランジスタ	2SC1815 ★	3	[東芝] 小信号汎用NPNタイプ
	2SB948 ★	1	[松下] PNPパワートランジスタ
ダイオード	3BZ61 ★	1	[東芝] 100V, 2A整流用シリコンダイオード
LED	★	2	3φ赤色発光
抵抗	150Ω	1	「茶緑茶金」1/4Wカーボン抵抗
	470Ω	2	「黄紫茶金」1/4Wカーボン抵抗
	1kΩ	1	「茶黒赤金」1/4Wカーボン抵抗
	5.1kΩ	1	「緑茶赤金」1/4Wカーボン抵抗
	10kΩ	3	「茶黒橙金」1/4Wカーボン抵抗
	0.2Ω ☆	1	「赤黒銀金」 1W酸金(セメント)抵抗、Rs用
	1Ω ☆	4	「茶黒金金」1/4Wカーボン抵抗、Rs用
	100Ω ☆	1	「茶黒茶金」1/4Wカーボン抵抗、R_T用
	470Ω ☆	1	「黄紫茶金」1/4Wカーボン抵抗、R_T用
	750Ω	1	「紫緑茶金」1/4Wカーボン抵抗
コンデンサ	0.1μF 50V	2	積層セラミック、青色胴体、「104」の表示
	100μF 25V	1	電解コンデンサ、耐圧25V以上
	10μF 16V	1	電解コンデンサ、耐圧16V以上
	1μF 50V	1	電解コンデンサ、耐圧16V以上
その他	AE-713	1	専用基板、47×72mm
	16ピンICソケット	1	MAX713取り付け用
	小型放熱器	1	30×30×30mm、ワンタッチタイプ

※製作前に必ず部品のチェックを行なってください。
※★印の部品は許容範囲内で他社相当品の場合があります。
※☆印の部品は充電電流設定用抵抗です。本文の指示に従って選択してください。
※万一不足品があった場合は製作前にお申し出ください。

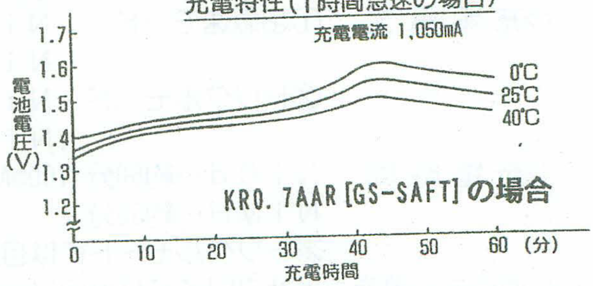
■「C」とは■

充電池の公称容量を「1C」と呼び、充電電流はこの「C」をもとに表現します。例えば、公称容量700mAhのNiCd電池の場合は、[1C＝700mA], [0.1C＝70mA]となります。充電条件が[0.3C×5h]と表記されていれば、その電池は充電電流[210mA]で[5時間]かけて充電するという意味です。充電効率が100%であれば1C充電の時は1時間、0.1C充電の時は10時間で満充電になるはずですが、実際には発熱による損失などで効率100%では充電できませんので、公称容量の1.5倍程度を目標に充電時間と電流を設定します。

■－ΔV充電とは■　　(－ΔV：「マイナスデルタヴィ」と読みます)

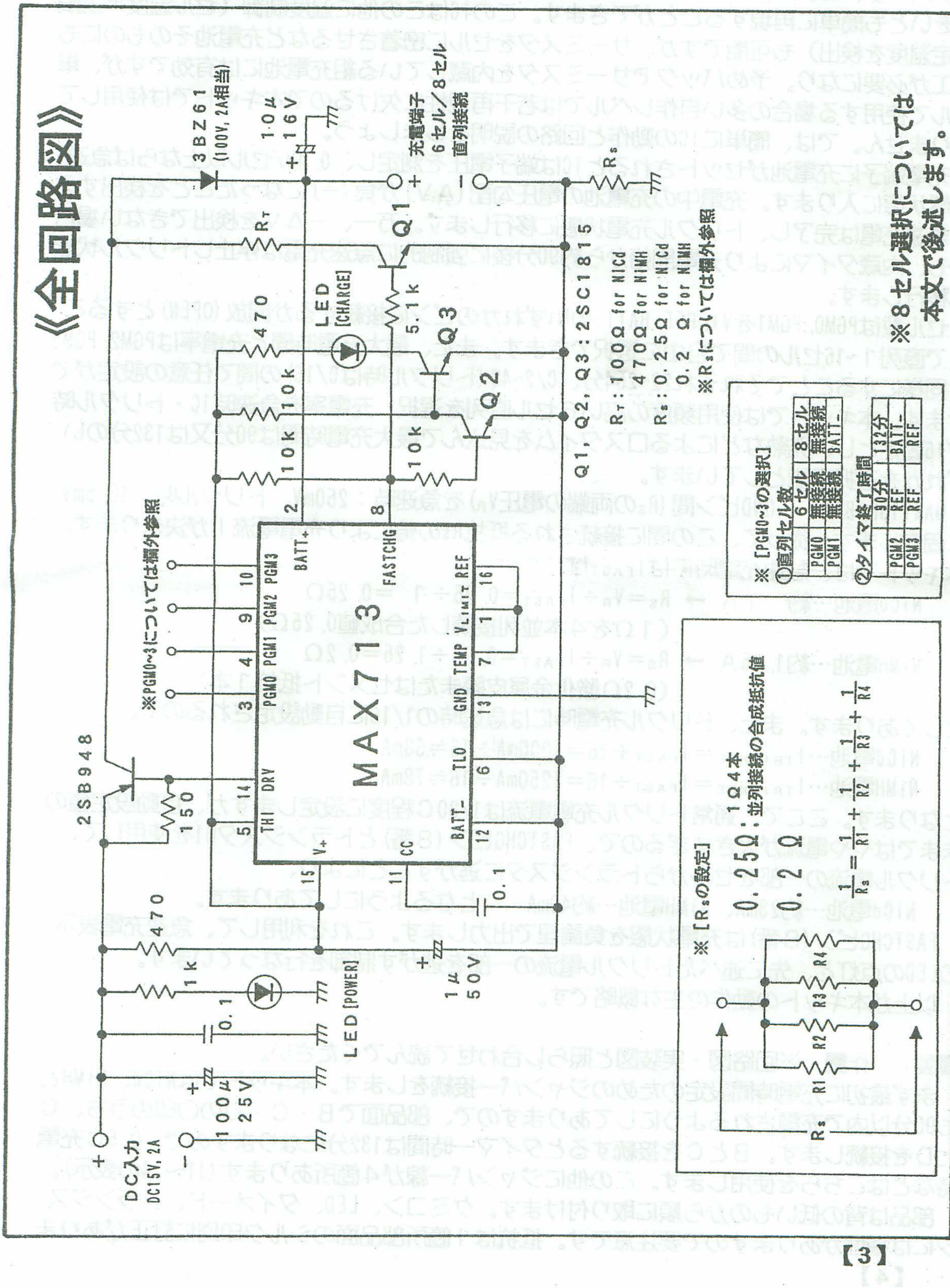
NiCd充電池は通常、充電末期になるとその端子電圧がわずかに低下します（右図）。この微小(Δ)な電圧(V)の減少分(－)、即ち「－ΔV」を検出することでNiCd充電池の充電制御を行なう方法を「－ΔV(制御)充電」といいます。

充電特性(1時間急速の場合)



NiCd充電池の充電方法には充電電流によってさまざまな方法があります。標準充電(0.1C)の場合は充電電流が小さいこともありACアダプタに電流制限用の適当な抵抗を接続した程度の簡単なものでも十分実用になります。急速充電(0.3C～0.6C)の場合でしたら定電流＋タイマ回路がシンプルで使い

易いでしょう。しかし、超急速充電（1Cまたは1時間以内）の場合は充電電流が大きく、わずかな時間の超過でも過充電となり、充電池そのものの性能を著しく低下させます。従って、この場合は定電流充電で充電池の端子電圧またはセル温度を管理する必要があり、その回路は自ずと複雑となります。本キットではこの－ΔV制御用のIC、MAX713を採用することで安全かつ確実に、そして簡単に超急速充電を可能としました。



■回路の概略■　※回路図と照らし合わせて読んでください。

MAX713はマキシム社製のNiCd/NiMH充電池用充電コントロールICです。わずかDIP 16ピン・パッケージのなかに電流/電圧レギュレータ、シャントレギュレータ、タイマ、A/Dコンバータ、コンパレータなどの－ΔV制御に必要な制御機能をすべて内蔵し、複雑な回路をいとも簡単に再現することができます。このICはこの他に温度制御（セル温度＝上限設定温度を検出）も可能ですが、サーミスタをセルに密着させるなど充電池そのものにも加工が必要になり、予めパックでサーミスタを内蔵している組充電池には有効ですが、単セルで使用する場合の多い自作レベルでは若干再現性に欠けるので本キットでは使用しておりません。では、簡単にICの動作と回路の説明をしましょう。

充電端子に充電池がセットされるとICは端子電圧を測定し、0.4V/セル以上ならば急速充電状態に入ります。充電中の充電池の電圧勾配（ΔV）が負(－)になったことを検出すると急速充電は完了し、トリクル充電状態に移行します。万一、－ΔVを検出できない場合でも、内蔵タイマにより充電開始から約90分後に強制的に急速充電は停止しトリクル状態へ移行します。

セル数はPGM0, PGM1をV+, REF, BATT-のいずれかのピンに接続するか開放(OPEN)とすることで直列1~16セルの間で自由に選択できます。また、最大充電時間と充電率はPGM2, PGM3を同様にすることでそれぞれ22~264分、C/2~4C(トリクル時はC/16)の間で任意の設定ができます。本キットでは使用頻度の高い6セル直列を選択、充電率を急速時1C・トリクル時C/16固定とし、発熱などによるロスタイムを見込んで最大充電時間は90分又は132分のいずれかを選択可能としています。

MAX713はBATT-～GNDピン間(R_Sの両端の電圧V_R)を急速時：250mV、トリクル時：16.5mVに固定します。従って、この間に接続される抵抗R_Sの値により充電電流Iが決まります。本キットでは、急速充電時にはI_{FAST}は、

NiCd電池…約　1A → $R_S = V_R \div I_{FAST} = 0.25 \div 1 = 0.25\Omega$
（1Ωを4本並列接続した合成値0.25Ω）

NiMH電池…約1.25A → $R_S = V_R \div I_{FAST} = 0.25 \div 1.25 = 0.2\Omega$
（0.2Ω酸化金属皮膜またはセメント抵抗1本）

としてあります。また、トリクル充電時には急速時の1/16に自動設定されるので、

NiCd電池…$I_{TRICKLE} = I_{FAST} \div 16 = 1000mA \div 16 \fallingdotseq 63mA$

NiMH電池…$I_{TRICKLE} = I_{FAST} \div 16 = 1250mA \div 16 \fallingdotseq 78mA$

となります。ここで、通常トリクル充電電流は1/30C程度に設定しますが、自動設定値のままではやや電流が大きすぎるので、FASTCHGピン(8番)とトランジスタQ1を使用して、トリクル電流の一部をセルからトランジスタに逃がすことにより、

NiCd電池…約23mA、NiMH電池…約40mA　となるようにしてあります。

FASTCHGピン(8番)は充電状態を負論理で出力します。これを利用して、急速充電表示のLEDの点灯と、先に述べたトリクル電流の一部を逃がす制御を行なっています。

以上が本キットの動作の主な概略です。

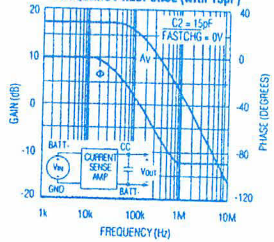
■製　作■　※回路図・実装図と照らし合わせて読んでください。

まず最初に充電時間設定のためのジャンパー接続をします。本キットではNiCd、NiMHも90分以内で充電されるようにしてありますので、部品面でB・C・Dの○印のうち、CとDを接続します。BとCを接続するとタイマー時間は132分になりますので、0.5C充電時などはこちらを使用します。この他にジャンパー線が4箇所あります(J1～J4の表示)。

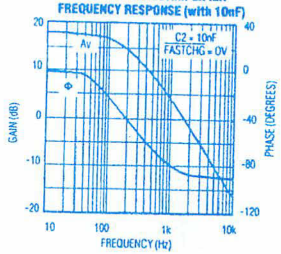
部品は背の低いものから順に取り付けます。ケミコン、LED、ダイオード、トランジスタには極性がありますので要注意です。抵抗は1箇所部品面のシルク印刷に訂正がありま

(TA = +25°C, unless otherwise noted.)

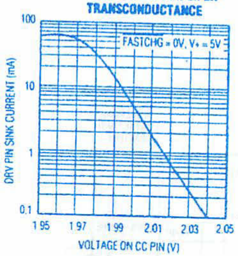
CURRENT-SENSE AMPLIFIER FREQUENCY RESPONSE (with 15pF)



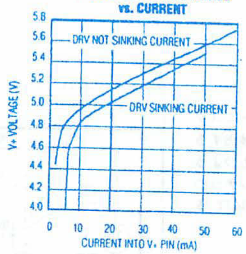
CURRENT-SENSE AMPLIFIER FREQUENCY RESPONSE (with 10nF)



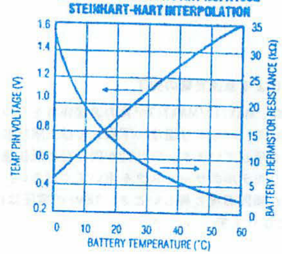
CURRENT ERROR-AMPLIFIER TRANSCONDUCTANCE



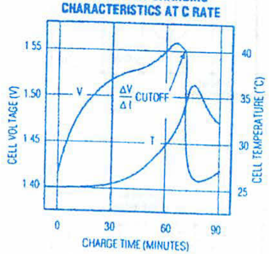
SHUNT-REGULATOR VOLTAGE vs. CURRENT



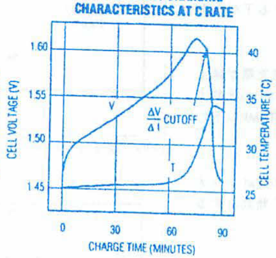
ALPHA THERMISTOR PART No. A1002 STEINHART-HART INTERPOLATION



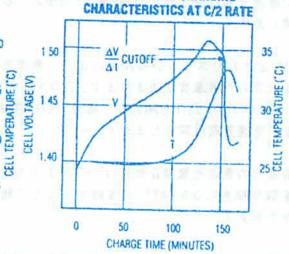
MAX713 NiCd BATTERY CHARGING CHARACTERISTICS AT C RATE



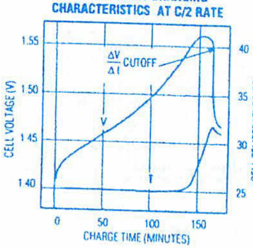
MAX713 NiMH BATTERY CHARGING CHARACTERISTICS AT C RATE



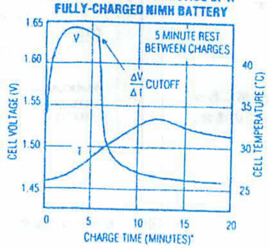
MAX713 NiCd BATTERY CHARGING CHARACTERISTICS AT C/2 RATE



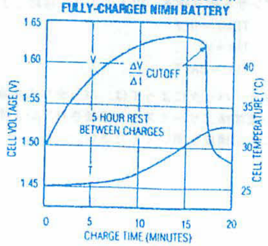
MAX713 NiMH BATTERY CHARGING CHARACTERISTICS AT C/2 RATE



MAX713 CHARGING CHARACTERISTICS OF A FULLY-CHARGED NiMH BATTERY



MAX713 CHARGING CHARACTERISTICS OF A FULLY-CHARGED NiMH BATTERY



端子説明

端子	名称	機能
1	VLIMIT	セルの最大電圧を設定します。VLIMITをV+に接続した場合、バッテリの端子電圧(BATT+－BATT-)は1.65V×(セル数)以上にはなりません。接続しない場合には、VLIMIT×(セル数)以上にはなりません。V+に接続しない場合には、VLIMITを+2.5V以上にはしないでください。
2	BATT+	正のバッテリの端子です。
3, 4	PGM0, PGM1	PGM0およびPGM1は、充電対象となる直列セル数を設定します。PGM0およびPGM1を、V+、REF、BATT-のいずれかのピンに接続するか、またはオープンにすることで、充電するセル数を1～16個に設定することができます(表2)。
5	THI	上限温度コンパレータのトリップ・ポイントを設定します。TEMPピンの電圧がTHIを越えた時点で、急速充電は完了します。
6	TLO	下限温度コンパレータのトリップ・ポイントを設定します。TEMPピンの電圧がTLO以下の状態でMAX712/MAX713がパワーアップした場合、急速充電は禁止され、TEMP電圧がTLO以上となるまで充電は開始しません。TLOは、充電器の最低動作温度以下に設定しておく必要があります。

端子	名称	機能
7	TEMP	サーミスタからの温度電圧用の検出入力です。
8	FASTCHG	オープンドレインの急速充電ステータス出力です。MAX712/MAX713がバッテリを急速充電中には、FASTCHGは電流をシンクします。充電完了時にはトリクル充電が開始し、FASTCHGはシンクを中止します。
9, 10	PGM2, PGM3	PGM2およびPGM3は、急速充電の最大時間を設定します。PGM2およびPGM3を、V+、REF、BATT-のいずれかのピンに接続するか、またはオープンにすることで、タイムアウトを33～264分間に設定することができます(表3)。また、PGM3は急速充電とトリクル充電時の電流比の設定にも用います(表5)。
11	CC	定電流安定化ループの補償入力です。
12	BATT-	負のバッテリの端子です。
13	GND	システム・グランド。BATT-とGND間に接続した抵抗により、バッテリに流れ込む電流をモニタします。
14	DRV	外部PNP電流ソースを駆動するための電流シンクです。
15	V+	シャント・レギュレータ。V+ピンの電圧はBATT-を基準とし、+5Vに安定化され、MAX712/MAX713はこの+5Vから電力を得て動作します。
16	REF	2.0Vのリファレンス出力です。1.0mAまでソース可能です。

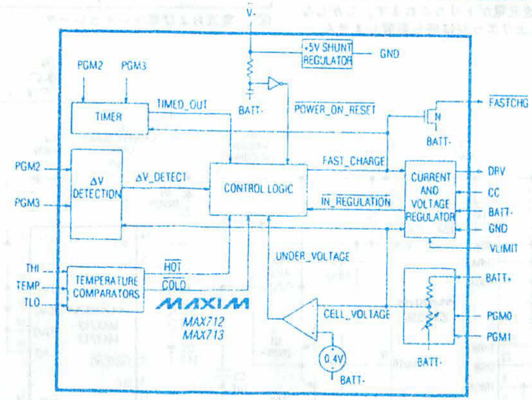


図1. ブロック図

す。MAX712/MAX713はトリクル充電状態にあります。バッテリがセットされると(時間2)、MAX712/MAX713はバッテリに流れ込む電流を検出し、急速充電状態に切り替わります。そしてフル充電状態に達したことを検出するとデバイスはトリクル充電状態に戻ります(時間4)。バッテリが取り外された場合(時間5)、MAX712/MAX713はトリクル充電状態を保ち出力電圧は時間1と同様に安定化されます。



図5. DRVピン・カスコード接続(DC INピン電圧が高い場合、または、MAX712/MAX713の消費電力を抑えるために用います)

表4. MAX712/MAX713の充電状態遷移表

POWER_ON_RESET	UNDER_VOLTAGE	IN_REGULATION	COLD	Result*
0	X	X	X	Set Trickle
↑	1	X	X	No change
↑	X	1	X	No change
↑	X	X	0	No change
↑	0	0	1	Set Fast
1	0	0	1	No change
1	0	0	↓	No change
1	↓	0	1	Set Fast
1	0	↓	1	Set Fast
1	0	0	↑	Set Fast**
1	X	X	0	Trickle to Fast Transition Inhibited
1	↑	0	X	Set Trickle
1	0	↑	X	Set Trickle

＋急速充電とトリクル充電の、2つの状態しかありません。
* 他のロジック・ラインの状態に関わらず(HOTにおける立下りエッジ)、タイムアウトまたは電圧勾配の検出によりトリクル充電状態になります。
**電源投入時にバッテリが低温の場合、COLDの最初の立上りエッジにおいて急速充電がトリガされます。しかしながら、2度目以降の立上りエッジは何ら影響しません。

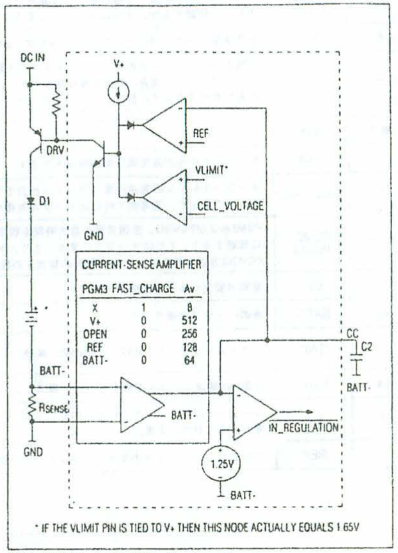


図6. 電流および電圧レギュレータ

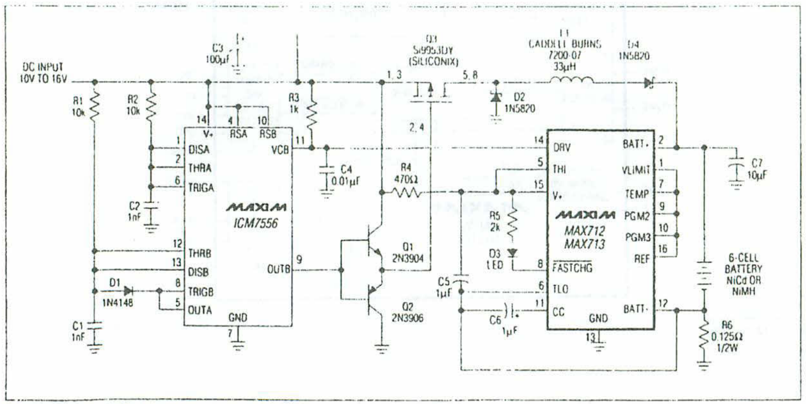


図18. ICM7556を用いたスイッチモード充電器

温度による急速充電の完了

図8aは、MAX712/MAX713が負の温度係数をもつサーミスタを用いて、バッテリ温度の下限および上限状態を検出する方法を示しています。T1とT2が同じ公称抵抗値をもつように同じモデルのサーミスタを用いてください。バッテリの温度が周囲温度と等しいとき、TEMPの電圧は1V(BATT-基準)となります。

THIで設定されたスレッショルドにより、急速充電が完了するポイントが決まります。TEMPの電圧がTHI以上となった時点で急速充電は完了し、TEMP電圧がTHIよりも下がるまで再開しません。

TLOで設定されたスレッショルドにより、急速充電が禁止される低温の下限温度が決まります。TLO＞TEMPの状態でMAX712/MAX713が動作を開始した場合、TLOがTEMP以下となるまで急速充電は開始しません。

この低温での急速充電禁止機能は、R5、T3、0.022μFコンデンサを取り除きTLOをBATT-に接続することで無効にすることができます。

以上の温度コンパレータによる急速充電完了機能の全体を禁止する際には、T1、T2、T3、R3、R4、R5および関連するコンデンサを取り除き、以下のように接続します。

TEMP＝REF
THI＝V+
TLO＝BATT-

バッテリ・パックによっては、バッテリの負端子側にあらかじめ温度検出サーミスタが接続されています。この場合、図8bに示す構成を用いてください。

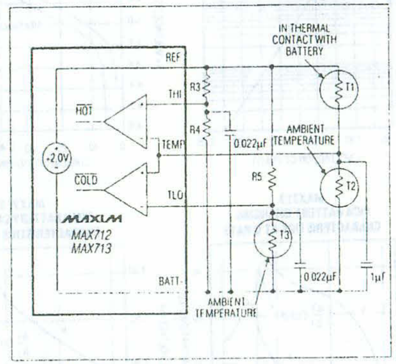


図8a. 温度コンパレータ

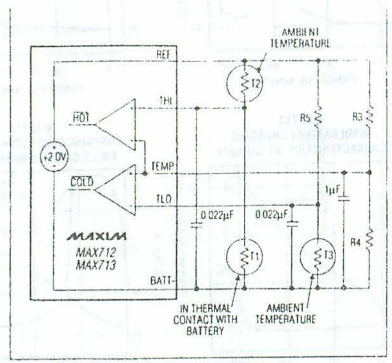


図8b. もう一つの温度コンパレータ構成

２．動作の原理（密閉型）

（１）充放電における化学反応

ニッケル・カドミウム蓄電池は次の反応式によって充放電が繰り返されます。

反応式で示されるように充電時には陽極側ではＮｉ（ＯＨ）$_2$（水酸化ニッケル）はＮｉＯＯＨ（オキシ水酸化ニッケル）に、陰極ではＣｄ（ＯＨ）$_2$（水酸化カドミウム）がＣｄ（金属カドミウム）となり、放電時には逆の反応となります。

なお、電解液は鉛蓄電池の希硫酸とは異なり、充放電のいずれの場合も見かけ上化学的な反応には関与致しません。

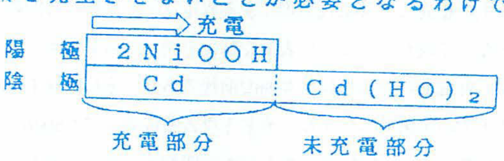
$$2NiOOH + 2H_2O_2 + Cd \underset{\text{充電}}{\overset{\text{放電}}{\rightleftarrows}} 2Ni(OH)_2 + Cd(OH)_2$$

陽極	電解液	陰極		陽極	陰極
2NiOOH	2H₂O₂ → $2H_2O_2$	Cd	放電 ⇒ / ⇐ 充電	2Ni(OH)₂ → $2Ni(OH)_2$	$Cd(OH)_2$
オキシ水酸化ニッケル	水分子	金属カドミウム		水酸化ニッケル	水酸化カドミウム

（２）ノイマンの発明（充電時における発生ガスの吸収）

放電状態より充電によって活動物質の電気化学的反応が行われますが、完全に密閉をしておけば容器内部にそれらの気体が留まり内圧が高まって、さらに充電を続けるとついには容器を破壊してしまいます。

ところが本発明ではＣｄ（金属カドミウム）と酸素が反応しやすいという性質を利用し陽極から発生する酸素を、反応を完了した陰極Ｃｄ（金属カドミウム）に導いてやりますとＣｄ（金属ナトリウム）は酸化されＣｄ（ＯＨ）$_2$（水酸化カドミウム）となり、陰極は充電未完了、すなわち、一部が放電状態に戻ることになります。陰極におけるＣｄ（ＯＨ）$_2$（水酸化カドミウム）がＣｄ（金属カドミウム）になるまでは水素は発生しません。重要なことは陽極から発生する酸素をうまく陰極に導いて吸収させることと、一方陰極から水素を発生させないことが必要となるわけです。

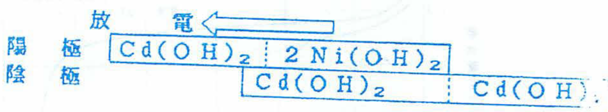


ノイマンは陰極の活動物質の量を陽極のそれよりも多くすることによってこの問題を解決し、充電時には実質的にガスの発生がなく密閉できうる電池を完成したのです。

（３）ＶＡＲＴＡの発明（過放電または逆充電時における発生ガスの吸収）

蓄電池が実際に使用されるとき、２セル以上の電池が直列に接続される場合が多いのですが、その時構成される単電池の容量が多少異なることはやむをえないことで、その場合に深い放電が行われますと、容量の少ない単電池は他の単電池より早く電圧が０Ｖとなり、さらに放電すると、その電池は他の電池の電圧により逆に充電するような状態、すなわち過放電による逆充電となって陽極から水素、陰極から酸素が発生します。この場合ガスを処理する機能がないと、充電時の場合とおなじように容器内に留まりついには電池を破壊することになるので、実用的には過放電（逆充電）に対する処置が必要であり、この問題が解決しなければ密閉型蓄電池の価値は半減すると言っても過言ではありません。ＶＡＲＴＡ社では極めて巧妙な方法で、この問題を解決しております。

それは陽極に反極性物質すなわち陰極活動物質



を加えることによって、過放電時、陰極から発生する酸素を陽極側で吸収させるものです。容量以上に放電が続きますと陰極側から酸素が発生し、陽極側のＮｉＯＯＨ（オキシ水酸化ニッケル）は反応してＮｉ(ＯＨ)$_2$（水酸化ニッケル）となり、さらに加えられた反極性活動物質Ｃｄ（ＯＨ）$_2$（水酸化カドミウム）はＣｄ（金属カドミウム）になりますが、陰極より発生する酸素を吸収させることによってＣｄ（ＯＨ）$_2$（水酸化カドミウム）の状態が続き見かけ上は反応の起きていない状態、すなわち水素の発生が起こらない状態を維持します。

(1)標準充電

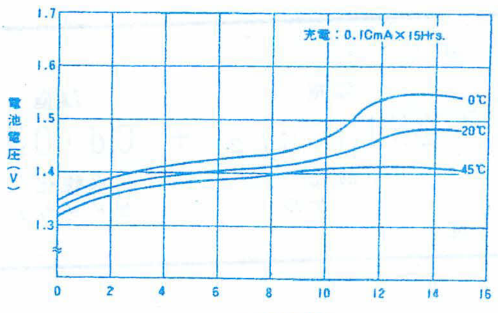
表－2に円筒密閉形ニッケル・カドミウム蓄電池の標準充電方法を示します。

表－2　標準充電方法

電池機種	充電電流	充電時間	充電時温度範囲	適用
RS	0.1 CmA	15時間	0℃～45℃	一般用（JIS規格KR相当品）
RF	0.3 CmA	5時間	10℃～45℃	急速充電用
RP	1.3 CmA	1時間	0℃～45℃	超急速充放電用（温度検出可）
RH	0.033CmA	48時間以上	0℃～45℃	高温トリクル充電用（JIS規格KR-H相当品）

（注）"CmA" のCは電池の公称容量を示します。たとえば500RS形電池で0.1CmAといえば、0.1×500mA＝50mAの電流値を示します。

図－2　RS標準充電特性

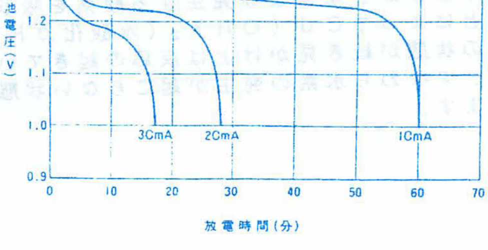


表－2のような充電を行う場合、充電電圧は図2～5のような特性を示します。密閉形ニッケル・カドミウム蓄電池の充電電圧は負の温度係数を持っています。係数の絶対値は充電電流の大きさによっても多少変化します。0.1CmA充電時の15時間目電圧は約－3mV/℃の値となります。

図2～5の各特性に共通して充電終期に電圧が立ち上がっているのは過充電領域に移行しはじめるため陽極板から酸素が発生しているためです。酸素発生電位は充電反応の示す電位より高くなります。この段階から電池内部では酸素ガスの発生と消費のくり返しがはじまり電池は発熱しはじめます。その後充電電圧は電池自身が発熱することによって下がりはじめます。

図－12　RS・RF標準放電特性





平衡電圧は電池温度に依存するため電池周囲の放熱条件によって変わってきます。また組電池の単電池数が多くなった場合にも一般に放熱が悪くなり電圧は低くなります。図2～5の特性は単セル1個に厚さ約0.1mmの塩ビチューブを被覆したときの特性を示しています。

ＲＰ形電池で電池自身の温度上昇を検出して充電をコントロールする場合には組電池を収納する外装材料や電池パッケージの設置場所の温度条件がシステムの信頼性を高める上で重要な要因になってきます。検出をあやまって過充電をくりかえすと電池の寿命を縮めます。

ＲＨ形電池の代表的な用途である電池内蔵形の非常灯や誘導灯の予備電源では0.033CmAの比較的小さい電流で連続して充電をつづけます。このような使い方をする用途をまとめて"トリクル充電用途"といいます。トリクル充電では充電電流が小さいため過充電時に発生する酸素ガスも少なく電圧の変化は小さく自己発熱も余り大きくなりません。

(1)標準放電特性

円筒密閉形ニッケル・カドミウム蓄電池はマンガン乾電池(単1、単2、単3など)と同一寸法で単電池の公称電圧がそれぞれ1.2Vと1.5Vと近いためほとんどの用途で互換性があります。

特性上の相異は内部抵抗の差による放電電圧及び持続時間の違いとなって現われます　代表的な特性を図11に示します。

単3形乾電池の内部抵抗は300mΩ前後であり、それに対する同一サイズの密閉形ニッケル・カドミウム蓄電池ユアサ500RS形では約25mΩと大きな差があるため密閉形ニッケル・カドミウム蓄電池は大電流放電においても安定した電圧を持続します。

放電電流値を変えての各放電特性を図12～図14に示します。放電中の電圧は放電開始直後にやや高い電圧を示しますが、その後に安定状態を経て、終期には急速に低下します。

放電電圧値は放電電流と温度によって変化します。終止電圧は使用条件から判断して、多少は設定を変えますが、特殊な使い方をしない限り0.9～1.1Vの間に設定します。終止電圧をこれより高く設定すると充電された電気量を十分に取り出せません。また低く設定すると、特に多数個直列接続で使用する場合では過放電に至るセルが発生することがあります。

※正常に充電はできるもののICの発熱が顕著な場合、ここの抵抗値を1～2kΩの間で調整します(本来は急速充電時でもICはほとんど発熱しません)。

3-3. 電解コンデンサの耐圧

10μFを16Vから25V以上に(入力電圧が16Vを超える場合)

100μFを25Vから35V以上に(入力電圧が25Vを超える場合)

4. 充電レートが1Cのままで変更がなければ、RsとRtは変更の必要はありません。

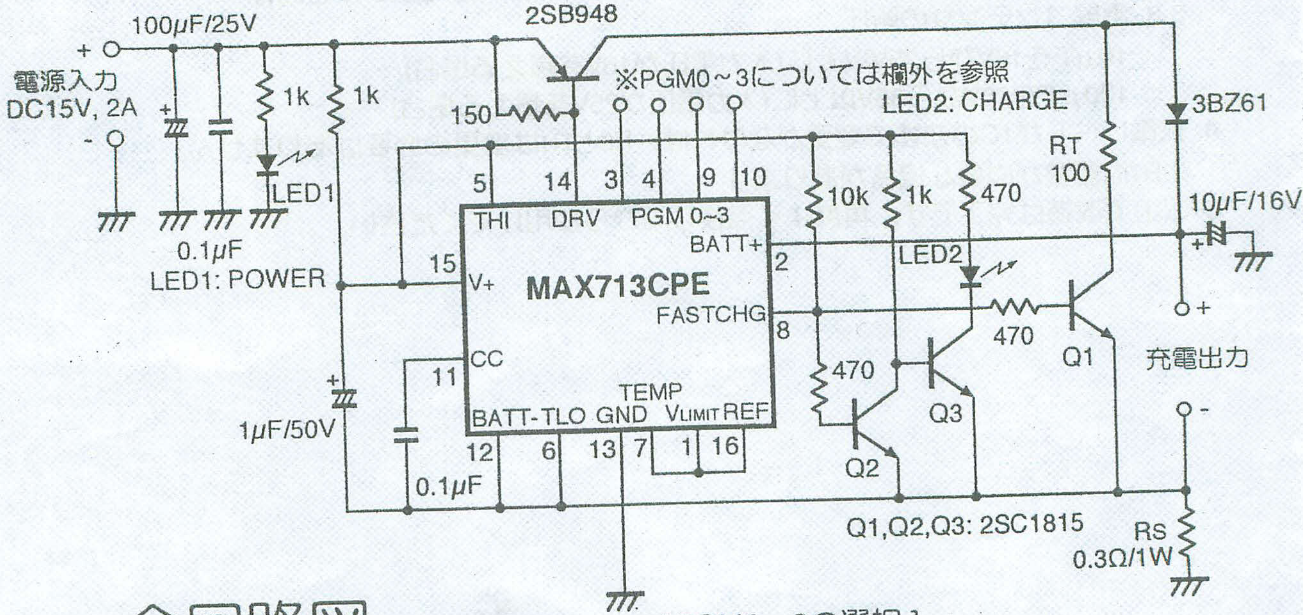
※Rtは調整が必要な場合があります

5. 以上で改造は完了です。再度よく点検してから使用してください。

パーツリスト

◆半導体	表　示	数量	内　容
MAX713	MAX713CPE	1	AV充電コントローラIC [MAXIM]
3BZ61		1	汎用整流用シリコンダイオード (IF=2A以上)
2SC1815	C1815	3	汎用小信号NPNトランジスタ [東芝]
2SB948	B948	1	PNPパワートランジスタ
LED		2	3～5mm径のもの
◆コンデンサ			
0.1μF	104	2	積層セラミックコンデンサ
1μF 50V		1	電解コンデンサ
10μF 16V		1	電解コンデンサ
100μF 25V		1	電解コンデンサ
◆抵抗			
0.3Ω 1W	橙黒銀金	1	セメントまたは酸化金属皮膜抵抗
1Ω	茶黒金金	2	1/4W カーボン抵抗
100Ω	茶黒茶金	1	1/4W カーボン抵抗
150Ω	茶緑茶金	1	1/4W カーボン抵抗
470Ω	黄紫茶金	3	1/4W カーボン抵抗
1kΩ	茶黒赤金	3	1/4W カーボン抵抗
10kΩ	茶黒橙金	1	1/4W カーボン抵抗
◆その他			
16ピンICソケット		1	MAX713用
小型放熱器		1	GOT-3030 [リョーサン]
専用基板	AE-713	1	72×47mm

※製作マニュアル中のパーツリストは適用されませんのでご注意ください。



全回路図

[PGM0～3の選択]

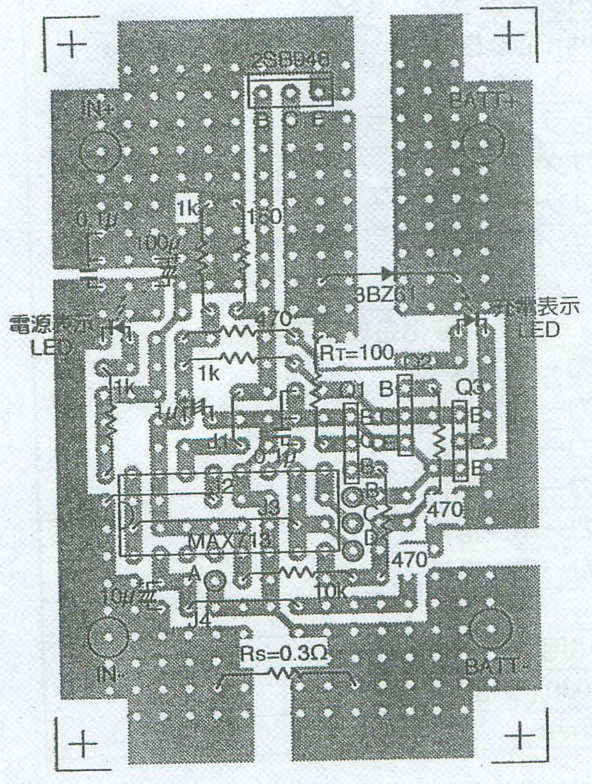
1. 直列セル数の設定

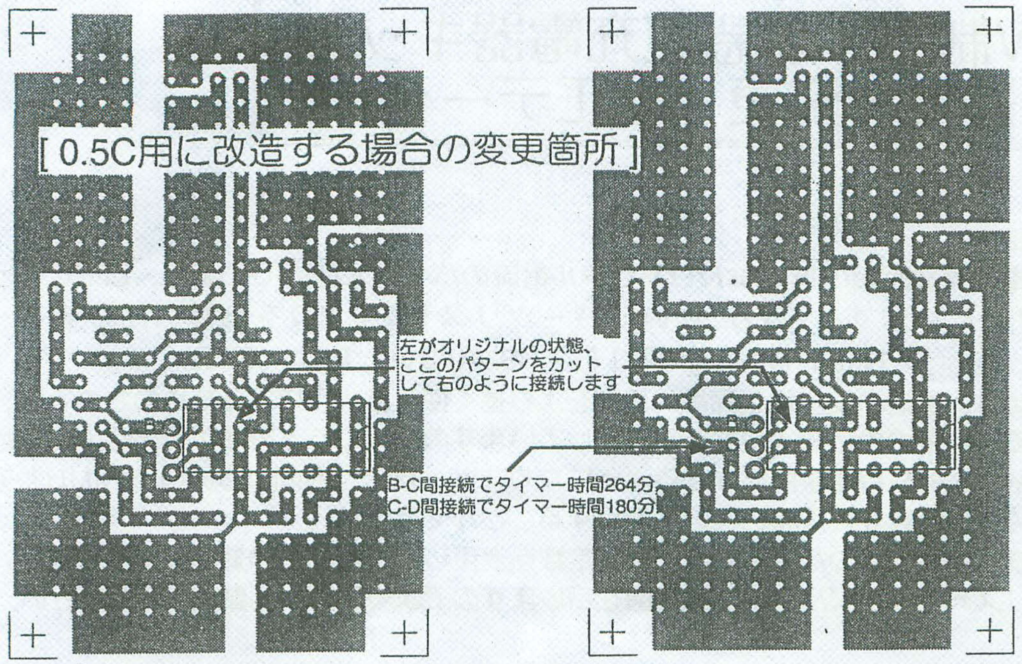
	6セル	8セル
PGM0	無接続	無接続
PGM1	無接続	BATT-

2. タイマー終了時間

	90分	132分
PGM2	REF	BATT-
PGM3	REF	REF

[部品配置図]





■トラブルシューティング■

1. 適性に充電されない・すぐに充電終了となる　etc.

充電不調の原因の大半は電池ボックス等における接触抵抗の存在にあります。残念ながら、現在のところ秋葉原においても充電用に適した丈夫な電池ボックスはありません。入手可能な電池ボックスはすべて乾電池用を前提としており、このキットのように充電電流が1Aにも及ぶものにはあまり実用的ではありません。

いま仮に、電池と電池ボックスとの間に0.05Ω程度の微小な接触抵抗があるとします。充電電流が1Aとするとここで50mVの電圧降下を生じます。接触抵抗の変化による電圧降下の変化が－ΔVの誤検出につながることがあります。また接触抵抗が変化しなくとも、ここで充電電流の大半を発熱という形で消費してしまい、セルにはほとんど電流が流れこまない場合もあります。

2. より安全な充電のために

時間に余裕のある場合には0.5C充電をお薦めします。PGM3をBATT-に変更し、PGM2をREF(180分)またはBATT-(264分)とすればOKです。Rsは0.5Ω(1Ωを２本並列)として充電電流約500mA、RTは100Ωとして、大半の単３型電池は問題なく充電できます。それ以外の電池の場合は容量と充電時間との兼ね合いもありますので各自でふさわしいセッティングを考えてみてください。

MAX713使用　超急速充電器キット　製作マニュアル　第２版
秋月電子　いか　1994.9.2　追補
ご質問は往復ハガキまたは返信用切手同封の上でお願いします。電話やFAXでのお問い合わせはお受けしておりません。
〒158　東京都世田谷区瀬田5-35-6　質問係宛

MAX713使用　NiCd/NiMH対応
-ΔV制御　超急速充電器キット
追加・変更・訂正データ

■変　　更■

◇急速充電電流設定用の抵抗Rs及びトリクル電流のバイパス抵抗RTの値を、以下のように変更いたします。これに伴い、パーツリストの0.2Ωを削除いたします。

NiCd, NiMHいずれも　Rs＝0.3Ω、RT＝100Ω

この変更は、電池の安全性を高め、寿命をより長く使えるようにするためのものです。充電電流を従来の設定値よりも若干落としていますので、マニュアル1頁表部の充電時間より約10～30分程度余計にかかるようになります。また、今回よりNiCdとNiMHとでこれらの抵抗値を変更することなく使用することができます。

◇動作の安定性の向上のため、大幅に部品定数を変更しました。この追加データに正しいパーツリストと回路図及び部品実装図を示しますのでよく確認して製作してください。

■追　　加■

本キットは6セルまたは8セル直列充電にのみ対応していますが、これ以外のセル数の場合の対応について説明します。

1. セル数の設定

直列セル数はPGM0(3番ピン)、PGM1(4番ピン)で設定します(ICデータ参照)。

キットでは6セルでの使用を標準としていますので、いずれも"OPEN"(開放)となっています。この両ピンを"V+"(#15)、"REF"(#16)、"BATT-"(#12)のいずれかに接続するか、あるいは開放とすればよいわけです。例えば4セルであれば、PGM0→V+、PGM1→BATT-とします。いずれの場合も基板裏面にて最短で接続してください。

2. 入力電圧の設定

入力電圧は高すぎるとパワートランジスタにおける損失が大きくなり、場合によっては素子の永久破壊につながります。これは放熱器を適切な大きさのものに変えることでも対処できますが、必要最低限まで入力電圧を下げることがより安全かつ有効です。直列セル数が1～2本の場合で6～9V、3～4本の場合で8～12V、5～6本の場合で11～15V、7～8本の場合で14～18Vがそれぞれ目安となる入力電圧値です。

※急速充電電流が流れている状態での値です。非安定の電源では負荷の有無により電圧降下の幅が大きいので注意してください。

※入力電圧が約18Vを超える場合はICデータの図5のような処理が必要となります。

～MAX713の許容損失の制約のためパワートランジスタを直接ドライブすることができません

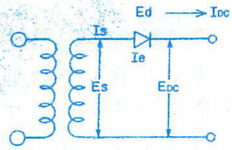
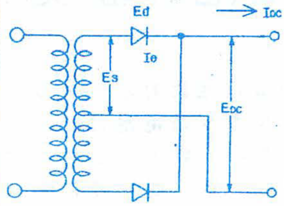
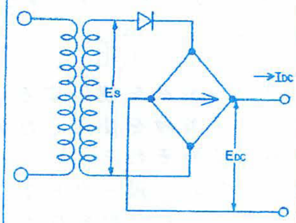
3. 入力電圧の変更に合わせて各部の電圧配分を設定

3-1. [POWER]表示LEDの電流制限抵抗

(入力電圧－1.8V)÷(10～20mA)で計算してください(だいたいでOK)。

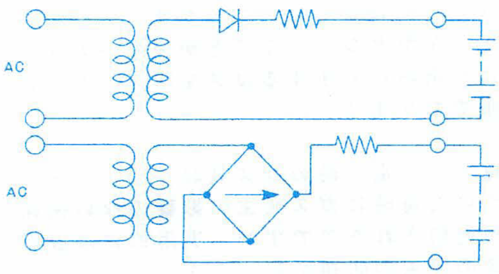
3-2. DC入力～V+間の抵抗値(回路図中では1kΩ)

8セル以下なら1kΩのまま変更不要

		単相半波	単相全波(センタータップ)	単相全波(ブリッジ)
回路図				
変圧器	2次電圧(Es)	$Es=2.2E_{DC}+Ed$	$Es=1.1E_{DC}+Ed$	$Es=1.1E_{DC}+2Ed$
	2次電流(Is)	$Is=1.6I_{DC}$	$Is=0.8I_{DC}$	$Is=1.1I_{DC}$
	1次容量(Pp)	$Pp=2.7E_{DC}\ I_{DC}$	$Pp=1.3E_{DC}\ I_{DC}$	$Pp=1.3E_{DC}\ I_{DC}$
	2次容量(Ps)	$Ps=3.5E_{DC}\ I_{DC}$	$Ps=1.8E_{DC}\ I_{DC}$	$Ps=1.3E_{DC}\ I_{DC}$
整流素子電流(Ie)		$Ie=1.6I_{DC}$	$Ie=0.8I_{DC}$	$Ie=0.8I_{DC}$

E_{DC}：直流平均電圧(制限抵抗と電池に供給する電圧)　I_{DC}：直流平均電流(充電電流)　Ed：整流素子の電圧降下(≒0.8V)

図－28　準定電流充電方式回路図



(2)準定電流充電

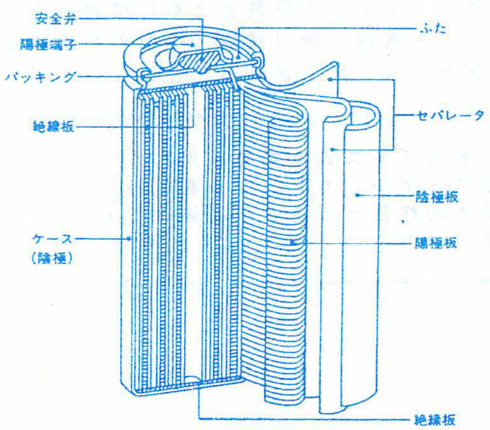
この方法はテーパーチャージとも呼ばれるもので直流電源と電池の間に電流制限用の抵抗を接続した簡単な回路方式で、出力電流を安定させるために直流電源電圧を高くして直列抵抗による電圧降下が大きく設定されています。

一般に用いられる回路例を図28に示します。

この方式を用いた充電器は安価でありポータブル機器等のサイクルサービス用途で多く用いられています。一方、取扱上では過充電にならないように充電時間に注意を払う必要があります。準定電流充電では、交流電源の変動(±10%)に対して充電時の電池電圧域(1.2～1.55v/セル)で充電電流の変動は定格値の±30%以内に制限しなければなりません。このため電池と制限抵抗の直列回路に電池電圧のおよそ3倍の電圧を供給する必要があります。　表－6に基本的な変圧器の設計定数を示します。この式で設計したのち、制限抵抗値を微調整して所定の電流値を得ます。

構造

ユアサ円筒密閉形ニッケル・カドミウム蓄電池は、筒形乾電池と同様な外形をしておりますが、その材質と内部構造は全く異なっており、次のようなものから構成されています。



極　　板　陽極・陰極とも非常に薄い焼結式極板を使用しており、セパレーターとともに渦巻状に巻込みケースの中に挿入されています。

セパレーター　セパレーターは合成繊維の不織布で適量の電解液を保持するとともに発生酸素ガスを透過し易い性能を備えています。

電　解　液　電解液は少量の苛性カリ（KOH）水溶液です。

ケ　ー　ス　ニッケルメッキされた鋼製深絞り缶で、十分内圧に耐えうるよう設計されています。このケースは電池の陰極を兼ねております。

ふ　　た　ふたはニッケルメッキ鋼製の部品からなり絶縁用パッキンを介してケースにかしめられ、電池の陽極を兼ねております。また、ふたは万一電池の内圧が異常に高くなった場合、内部圧力を安全に外部に逃がすことができるような安全弁を備えています。

単電池の側面は収縮性塩ビチューブをかぶせています。

１．アルカリ電池の歴史

（１）エジソン電池

酸性の電解液を使用する鉛蓄電池に対し、アルカリ性の電解液を使用したアルカリ蓄電池には、陽極－陰極それぞれにニッケル－鉄・ニッケル－カドミウム・銀－カドミウム・銀－亜鉛等を使用した色々なものがあります。

１９０１年米人エジソン（Ｅｄｉｓｏｎ）は陽極に水酸化ニッケル・陰極に鉄粉・電解液に水酸化リチュームを加えた苛性カリ液を用いるニッケル－鉄系のアルカリ蓄電池を発明、この電池はエジソン電池として世界に知られております。

（２）ユングナー電池

エジソンの発明と時を殆ど同じくして１８９９年スエーデン人ユングナー（Ｊｕｎｇｎｅｒ）が陽極に同じ水酸化ニッケルを使用し、陽極にカドミウムを用いたニッケル－カドミウムのいわゆるユングナー電池を発明し、これは主として欧州で製造され使用されてきました。特性がニッケル－鉄系に比べて良好なので、現在ではこの電池がアルカリ電池を代表するものとして重宝されております。

ニッケル－カドミウム系のユングナー電池が発明されてからも種々改良が加えられてきましたが、なかでも極板の製法は注目に値します。

（３）プレス式極板

プレス式極板は粉末状の活動物質を円盤状に成形した後、ニッケル製金網に包み込み造るもので、製造方法は重量制御により容量の「はかり込み」を行うため、特に小型・小容量の極板を造ることができます。その性能は安定性において抜群で交互充放電での使用に適し、電池の形状は偏平型となるため実装面において自由度があり合理的であるなどの特長を持っています。

（４）焼結式電極

焼結式電極は第２次大戦中西独のＡＦＡ社（現在ＶＡＲＴＡ社）が考案したものであり、ニッケル粉を穿孔薄鋼板に焼結し、微孔性焼結基板を造り、それに活動物質を含浸、充填し、連続された極板を造るもので、製造方法も非常に合理化されております。

その性能は抜群で、超高率放電・トリクル充電などでの使用に適し、薄極板であるためエネルギー効率的にも、また、充放電温度特性の面でも多くの特長を持っています。

（４）密閉型ニッケル・カドミウム　電池の開発

１）充電時の発生ガス吸収

蓄電池は一次電池（マンガン乾電池など）と異なり、何回でも反復して充放電を繰り返し使用することができますが、その反面充電時は勿論放置中においてもガスが発生するために、完全に密閉することができないとされておりました。完全に密閉できないと正立位置で使用しなければ電解液が外部へ流出し、機器や周辺をいためたり、充電時電解液の電気分解あるいは蒸発による減少のために補液をしなければならないなど、使用上保守上面倒なことが多くあります。

ところが１９４７年仏人ノイマン（Ｇｅｏｒｇ．Ｎｅｕｍａｎｎ）によって、ニッケル・カドミウム蓄電池を密閉型となしうることが発明されました。これは充電時に発生するガスを吸収させる画期的な発明であります。

２）過放電（逆充電）時のガス吸収

このように充電時にガス発生の影響のない密閉型の電池が発明されたのですが、実用的には放電時にもガスの発生の問題が起こります。それは放電を適度なところで打ち切ることがむずかしく、特に２セル以上の電池を接続して使用する場合、そのうち１セルないし一部の電池は過放電あるいはさらに甚だしい場合には逆充電となり、次回の充電が困難になったり、発生ガスのため内圧が高まり電池を破損するようなことが起こります。

１９５６年、独人ダスラー（Ｄａｓｓｌｅｒ）によってこの過放電（逆充電）時の発生ガス吸収の問題が解決され、西独ＶＡＲＴＡ社の特許として世界各国に登録されました。

このようにして密閉型ニッケル・カドミウム蓄電池は完成されどのような位置においても液もれすることがなく、ガスの蓄積もないので安全なそして補液などを必要としない、使用上・保守上簡便な蓄電池として多くの特長とともに機器用電源特にコードレス機器・搬用機器・小型の非常電源、予備電源などに広く使用されることになりました。

> 本説明書はプレス式極板を使用した、ボタン密閉型ニッケル－カドミウム蓄電池についてその基本的性質と使用方法を述べたものであります。

表2．セル数のプログラミング表

Number of Cells	PGM1 Connection	PGM0 Connection
1	V+	V+
2	open	V+
3	REF	V+
4	BATT-	V+
5	V+	open
6	open	open
7	REF	open
8	BATT-	open
9	V+	REF
10	open	REF
11	REF	REF
12	BATT-	REF
13	V+	BATT-
14	open	BATT-
15	REF	BATT-
16	BATT-	BATT-

始めに

MAX712/MAX713の使い方は簡単です。以下のいくつかのステップによって、完全なバッテリ充電器を設計することができます。

1．使用する特定のバッテリについての、最大充電電流や充電の完了方法に関しては、バッテリメーカの推奨方法にしたがって下さい。表1に、一般的なガイドラインを示します。

表1．急速充電の完了方法

充電レート	NiMHバッテリ	NiCdバッテリ
>2C	ΔV/Δtおよび温度、MAX712またはMAX713	ΔV/Δtおよび温度、MAX713
2C～C/2	ΔV/Δtと温度の両方または いずれか。MAX712またはMAX713	ΔV/Δtと温度の両方または いずれか。MAX713
<C/2	ΔV/Δtと温度の両方または いずれか。MAX712	ΔV/Δtと温度の両方または いずれか。MAX713

2．充電レートを決定します。C/3レートでは、約3時間でバッテリを充電できます。このレートで充電する際に必要な電流は、以下の式によってmA単位で算出できます。

I_{FAST}＝(mAh単位でのバッテリ容量)/(h単位での充電時間)

バッテリによっては充電効率は80%まで低下するため、

表3．最大充電時間のプログラミング表

Timeout (min)	A/D Sampling Interval (sec) (tA)	Slope Charge Limit	PGM3 Connection	PGM2 Connection
22	21	Disabled	V+	open
22	21	Enabled	V+	REF
33	21	Disabled	V+	V+
33	21	Enabled	V+	BATT-
45	42	Disabled	open	open
45	42	Enabled	open	REF
66	42	Disabled	open	V+
66	42	Enabled	open	BATT-
90	84	Disabled	REF	open
90	84	Enabled	REF	REF
132	84	Disabled	REF	V+
132	84	Enabled	REF	BATT-
180	168	Disabled	BATT-	open
180	168	Enabled	BATT-	REF
264	168	Disabled	BATT-	V+
264	168	Enabled	BATT-	BATT-

C/3レートの急速充電では3時間45分かかる可能性があります。これはMAX712/MAX713の効率の問題ではなく、バッテリ内で電気エネルギが化学エネルギに変換される際の効率によるものです。

3．外部DC電源(ACアダプターなど)を選択します。電源の最小出力電圧(リップルを含む)は、6V以上で少なくともバッテリの最大電圧より1V以上高くします。

4．次式を用いて、パワーPNPとダイオード("標準動作回路"のQ1とD1)の、消費電力の最悪値をW単位で算出します。

PD_{PNP}＝(負荷接続時の最大ACアダプター電圧－最低バッテリ電圧)×(A単位での充電電流)

5．算出した最大消費電力が許容できない場合、11セル以上のバッテリ・スタックを用いる場合、あるいは、充電電流が0.6Aを超える場合には"詳細"を参照してください。そうでない場合には"標準動作回路"を用いて、以下の手順でR1とR_{SENSE}の値を算出します。

6．次式を用いてR1の値をkΩ単位で算出します。

R1＝(最低ACアダプター電圧－5V)/5mA

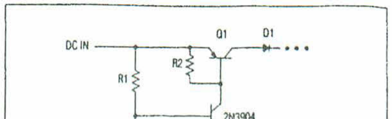
7．次式を用いてR_{SENSE}の値を算出します。

R_{SENSE}＝0.25V/I_{FAST}

8．表2と表3からピン接続を決定します。例えば、C/2レートで急速充電を行う場合、タイムアウト時間は充電期間の1.5倍から2倍とし、3時間から4時間とします。

MAX712/MAX713は、電圧勾配または温度のいずれかによってフル充電状態を検出するように設定することができます。

図4は、既に電源を与えられたMAX712/MAX713にバッテリをセットする場合の充電プロセスです。時間1の間、充電器の出力はセル数×VLIMITで得られる電圧に安定化されま



詳細

MAX712/MAX713は、バッテリに定電流を与えることによりNiMHまたはNiCdバッテリを急速充電します。MAX712/MAX713は常に、急速充電またはトリクル充電のいずれかの状態にあります。急速充電中は電流レベルが高く、一度フル充電したことを検出すると、電流レベルが下がりトリクル充電状態となります。バッテリがフル充電状態に達したかどうかの検出を行うために、製品は電圧勾配、バッテリ温度、充電時間の、3つの値をモニタしています。

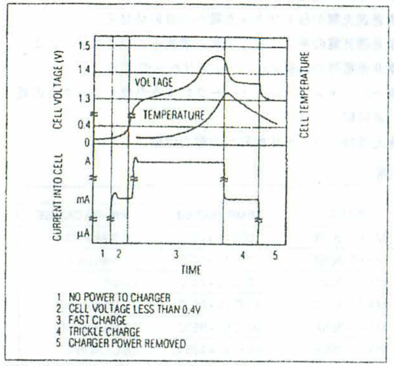


図2．電圧勾配を用いた標準的な充電プロセス

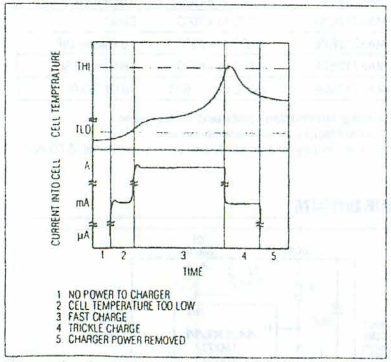


図3．温度を用いた標準的な充電プロセス

表5．PGM3によるトリクル充電電流の決定

PGM3	Fast-Charge Rate	Trickle-Charge Current ($I_{TRICKLE}$)
V+	4C	I_{FAST}/64
OPEN	2C	I_{FAST}/32
REF	C	I_{FAST}/16
BATT-	C/2	I_{FAST}/8

図1に、MAX712/MAX713のブロック図を示します。ブロック図内のタイマ、電圧勾配検出、温度コンパレータは、フル充電状態を検出するために用いています。電圧および電流レギュレータは、出力電圧および出力電流を制御するとともに、バッテリが接続されているかどうかを検出します。

図2は、充電器に電源を与える前にあらかじめバッテリがセットされている場合の、標準的な充電プロセスを示しています。時間1において、MAX712/MAX713は、バッテリから無視できる程度の電流しか流し出しません。DC INに電源電圧が与えられると(時間2)パワー・オン・リセット回路がMAX712/MAX713をトリクル充電状態に保ちます(図1内のPOWER_ON_RESET信号を参照)。POWER_ON_RESET信号がハイになると(時間3)、セル電圧が低電圧ロックアウト(UVLO)電圧(セル毎に0.4V)以上ならば、デバイスは急速充電状態に入ります。急速充電は、(バッテリ電圧)/(セル数)が0.4Vを超えるまで開始しません。

充電中のセルの電圧勾配が負になると、急速充電は即座に完了しMAX712/MAX713はトリクル充電状態に復帰します(時間4)。電源電圧が失われると(時間5)、デバイスはバッテリから流れ出す電流を無視し得る程度に抑えます。

図3に、温度によるフル充電状態の検出を行う際の標準的な充電プロセスを示します。この場合、急速充電を行うにはバッテリ・パックの温度が低過ぎます(例えば、低温な外気中で用いていたバッテリをセットした場合です)。時間2の間、MAX712/MAX713はトリクル充電状態にあります。急速充電が安全に行える温度に達すると(時間3)、急速充電が開始します。バッテリの温度がTHIで設定する上限を超えると、MAX712/MAX713はトリクル充電状態に戻ります(時間4)。

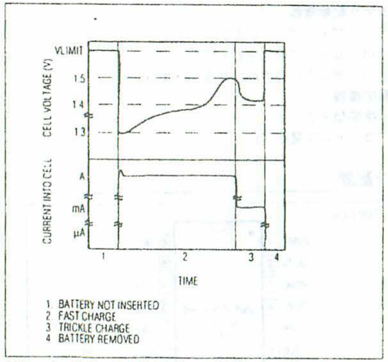


図4．バッテリの取付けを含めた標準的な充電プロセス

MAX712/MAX713

NiCd/NiMHバッテリ用急速充電コントローラ

概要

MAX712およびMAX713は、ニッケル水素(NiMH)およびニッケル・カドミウム(NiCd)バッテリを、バッテリの最大電圧から少なくとも1V以上高いDC電源から急速に充電するためのコントローラです。1～16個の直列セルを最大4Cのレートで充電することができます。電圧勾配を検出するアナログ―ディジタル・コンバータ、タイマ、温度ウィンド・コンパレータにより、充電が完了したことを検出します。MAX712/MAX713は、内蔵の+5Vシャント・レギュレータを介してDC電源から電力を受け、充電中でないバッテリからは最大5μAしか流れません。ローサイドの電流検出抵抗により、バッテリ負荷に電力を供給中でもバッテリへの充電電流も安定化することができます。

MAX712は、電圧勾配がゼロになった時点で急速充電を完了し、MAX713は負の電圧勾配を検出した時点で完了します。いずれの製品も16ピンDIPおよびSOPパッケージで提供されます。必要となる外付け部品は、PNPパワー・トランジスタ、ブロッキング・ダイオード、3個の抵抗と3個のコンデンサのみです。

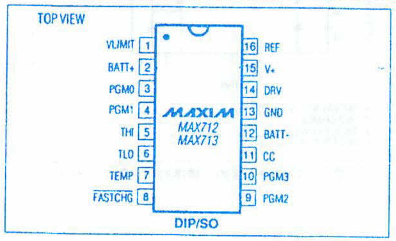
よりハイパワーの充電を行う場合には、MAX712/MAX713をICM7556及びパワーMOSFETと組合わせ、スイッチモード・バッテリ充電器を構成することができ、消費電力を最小化することが可能です。

アプリケーション

バッテリ駆動機器
- ラップトップ、ノートブック、
- パームトップ型コンピュータ
- ハンディターミナル、セルラーホン

携帯用機器
- 携帯型ステレオ
- コードレス電話

ピン配置



特長

- ◆NiMH、NiCdバッテリの急速充電
- ◆1～16個の直列セルの充電
- ◆急速充電：C/3～4Cレート
- ◆トリクル充電：C/16レート
- ◆急速充電からトリクル充電への自動切替え
- ◆急速充電の完了：電圧勾配、温度およびタイマによる
- ◆非充電時の5μA Maxのバッテリからの流出し
- ◆+5Vシャント・レギュレータによる外部ロジックへの電源供給
- ◆充電時にバッテリ負荷への電力供給

型番

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX713CPE	0°C to +70°C	16 Plastic DIP
MAX713CSE	0°C to +70°C	16 Narrow SO
MAX713C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX713EPE	-40°C to +85°C	16 Plastic DIP
MAX713ESE	-40°C to +85°C	16 Narrow SO
MAX713MJE	-55°C to +125°C	16 CERDIP**

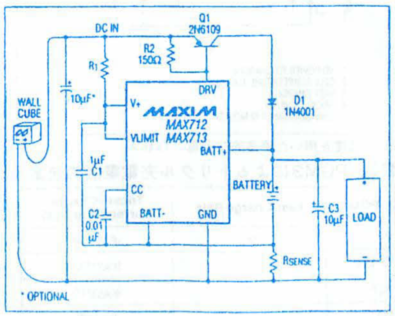
PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX712CPE	0°C to +70°C	16 Plastic DIP
MAX712CSE	0°C to +70°C	16 Narrow SO
MAX712C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX712EPE	-40°C to +85°C	16 Plastic DIP
MAX712ESE	-40°C to +85°C	16 Narrow SO
MAX712MJE	-55°C to +125°C	16 CERDIP**

Ordering Information continued on last page.

* *Contact factory for dice specifications.*

** *Contact factory for availability and processing to MIL-STD-883.*

標準動作回路



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

V+ to BATT- .... -0.3V, +7V
BATT- to GND .... ±1V
BATT+ to BATT-
  Power Not Applied .... ±20V
  With Power Applied .... The higher of ±20V or ±2V x (programmed cells)
DRV to GND .... -0.3V, +20V
FASTCHG to BATT- .... -0.3V, +12V
All Other Pins to GND .... -0.3V, (V+ + 0.3V)
V+ Current 100mA
DRV Current 100mA
REF Current 10mA
Continuous Power Dissipation (T_A = +70°C)
  Plastic DIP (derate 10.53mW/°C above +70°C) 842mW
  Narrow SO (derate 8.70mW/°C above +70°C) 696mW
  CERDIP (derate 10.00mW/°C above +70°C) 800mW
Operating Temperature Ranges:
  MAX71_C_ _ .... 0°C to +70°C
  MAX71_E_ _ .... -40°C to +85°C
  MAX71_MJE .... -55°C to +125°C
Storage Temperature Range .... -65°C to +150°C
Lead Temperature (soldering, 10sec) .... +300°C

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(I_{V+} = 10mA, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted. Refer to *Typical Operating Circuit*. All measurements are with respect to BATT-, not GND.)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
V+ Voltage	5mA < I_{V+} < 20mA	4.5		5.5	V
I_{V+} (Note 1)		5			mA
BATT+ Leakage	V+ = 0V, BATT+ = 17V			5	μA
BATT+ Resistance with Power On	PGM0 = PGM1 = BATT-, BATT+ = 30V	30			kΩ
C1 Capacitance		0.5			μF
C2 Capacitance		5			nF
REF Voltage	0mA < I_{REF} < 1mA	1.96		2.04	V
Undervoltage Lockout	Per cell	0.35		0.5	V
External VLIMIT Input Range		1.25		2.5	V
THI, TLO, TEMP Input Range		0		2	V
THI, TLO Offset Voltage (Note 2)	0V < TEMP < 2V, TEMP voltage rising	-10		10	mV
THI, TLO, TEMP, VLIMIT Input Bias Current		-1		1	μA
VLIMIT Accuracy	1.2V < VLIMIT < 2.5V, 5mA < I_{DRV} < 20mA, PGM0 = PGM1 = V+	-30		30	mV
Internal Cell Voltage Limit	VLIMIT = V+	1.6	1.65	1.7	V
Fast-Charge V_{SENSE}		225	250	275	mV
Trickle-Charge V_{SENSE}	PGM3 = V+	1.5	3.9	7.0	mV
	PGM3 = open	4.5	7.8	12.0	
	PGM3 = REF	12.0	15.6	20.0	
	PGM3 = BATT-	26.0	31.3	38.0	
Voltage-Slope Sensitivity (Note 3)	MAX713		-2.5		mV/t_A
	MAX712		0		
Timer Accuracy		-15		15	%
Battery-Voltage to Cell-Voltage Divider Accuracy		-1.5		1.5	%

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
DRV Sink Current	V_{DRV} = 10V	30			mA
FASTCHG Low Current	$V_{FASTCHG}$ = 0.4V	2			mA
FASTCHG High Current	$V_{FASTCHG}$ = 10V			10	μA
A/D Input Range		1.4		1.9	V

Note 1: The MAX712/MAX713 are powered from the V+ pin. Since V+ shunt regulates to +5V, R1 must be small enough to allow at least 5mA of current into the V+ pin.
Note 2: Offset voltage of THI and TLO comparators referred to TEMP.
Note 3: t_A is the A/D sampling interval (see Table 3).

す（10kΩ→5.1kΩ）。RsとRTは右の表に従って選択・取り付けてください。最後に半導体類を取り付けて基板は完成です。逆流防止のシリコンダイオードは、リードが太いため取り付け穴を1.5mmφのドリルで広げたほうがよいでしょう。放熱器はパワートランジスタにかぶせるだけでＯＫのワンタッチタイプです（放熱器の足はニッパーでカットします）。

《RsとRTの選択》

	Rs	R_T
NiCd	１Ω４本並列接続	100Ω
NiMH	0.25Ω１本	100Ω

親電源、充電池と基板との間は１Ａ程度流れますので、十分な太さの電線で基板ハンダ面からガッチリとハンダ付けして配線してください。以上で完成です。

《製作についての追補事項》

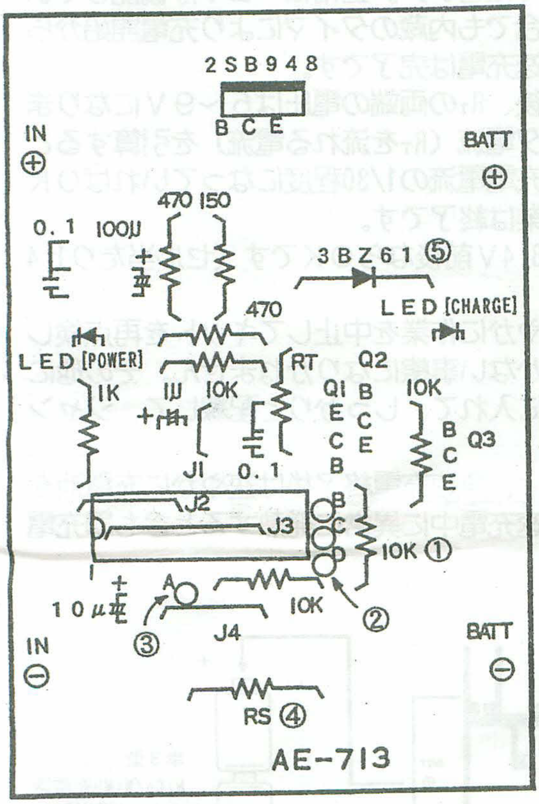
①：この10kΩを5.1kΩに訂正します。

②：内蔵のタイマ終了時間の選択
132分→ＢとＣをジャンパー線で接続
90分→ＣとＤをジャンパー線で接続
※通常は90分を選択します。

③：充電セル数の選択
８セル→ＡとICの４番ピンをハンダ面でショートします（本文後述）
６セル→そのまま何もしない

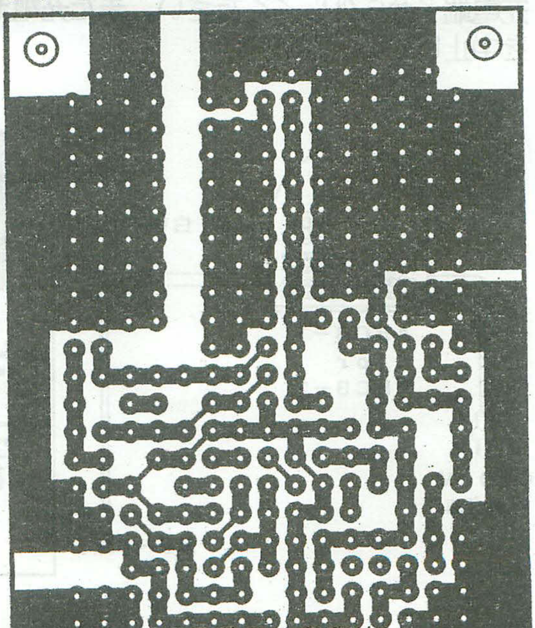
④：Ｒsは１本しか表記されていませんが、実際には４本取り付けます。

⑤：ダイオードの足が太くて入らない場合には取り付け穴を1.5mmφのドリルの刃でひろげてください。



《基板部品実装面》

□トランジスタ2SC1815の取り付け位置がわかりにくいかもしれません。基板の裏表をよく見比べてください。



《基板ハンダ面》

■使い方■

以下では当社のコロイドバッテリー用充電器ABCB-1及びABCB-2を親電源として使用することを前提に説明します。

まず親電源の出力開放電圧を確認します。出力は15Ｖ前後（14〜16Ｖ）出ていればＯＫです。親電源の充電コードと基板を接続します。

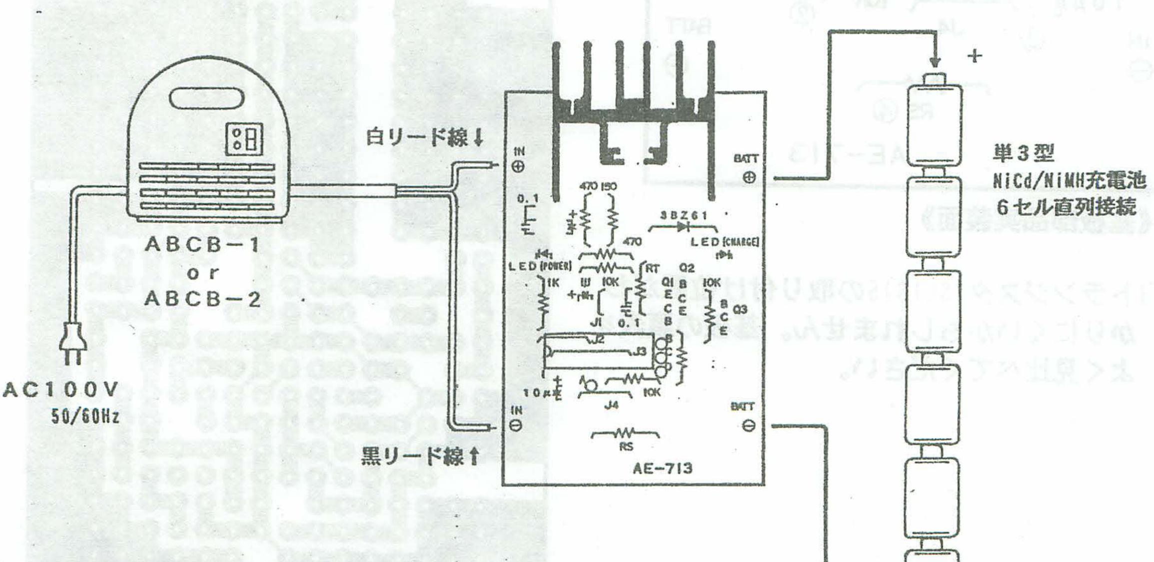
充電端子は開放のまま電源を接続すると[POWER LED]は点灯、[CHARGE LED]は消灯しています。ここで、完全に放電した充電池を接続します。[CHARGE LED]が点灯して急速充電が始まります。親電源の出力電圧が11〜13Ｖ程度まで低下します。このとき、R_S両端の電圧は250mV前後、R_Tの両端の電圧は０Ｖです。パワートランジスタが徐々に発熱してきます（やがて熱くて触れなくなりますので注意してください）。正常に－ΔＶが機能していれば１時間前後で、－ΔＶ検出ができなかった場合でも内蔵のタイマにより充電開始から90分前後で[CHARGE LED]が消灯します。これで急速充電は完了です。

[CHARGE LED]消灯後、R_S両端の電圧は16.5mV前後、R_Tの両端の電圧は５〜９Ｖになります。R_Sを流れる電流からトランジスタQ1のコレクタ電流（R_Tを流れる電流）を引算するとトリクル電流がわかります。NiCd、NiMHとも急速充電電流の1/30程度になっていればＯＫです（だいたいでよい）。以上ですべての確認作業は終了です。

最後に充電されたセルの電圧を計ってみます。8.4Ｖ前後ならＯＫです（セル当たり1.4〜1.6Ｖ程度、開放電圧）。

もしも、各段階で大きなズレがある場合は、速やかに作業を中止してキットを再点検してください。無理をして先に進むと取り返しのつかない事態になりかねません。その他に調整箇所はありませんので、あとは適当なケースに入れて、しっかりと配線して、ジャンジャン充電しちゃいましょう!!

※注意…トリクル充電は自動的に停止しませんので、急速充電終了後は速やかに充電池を充電端子から外してください。また充電池が急速充電中に異常に発熱するときも即充電を中止してください。



《総合配線図》

■８セル直列充電について■

一部変更により簡単に８本直列充電に対応できます。但し、出力電圧が不足するためにABCB-2は使用できません。代わりに開放時20Ｖ、１Ａ負荷時でも18Ｖ程度の出力が取れるＤＣ電源をご用意ください。

①基板レジスト印刷のＡの○印の所とICの４番ピンをハンダ面で接続します。これで、IC内部の設定は８セル直列になります。

②回路図中でICの15番ピン(V+)に接続されている470Ωを750Ωに変更します。

以上でＯＫです（回路図及び実装図でご確認ください）。

■NiMH充電池について（追補）■

NiMH充電池は自己発熱に非常に弱く、メーカーでは充電時の発熱を40℃以下に抑えるように指示しています。本キットでもセル温度40℃以下で充電終了となるように設定しています。当社での実験では、約60℃迄の発熱でのセルの安全は確認済みですが、充電時に異常に発熱する場合は速やかに充電を中止してください。

特に、充電池との配線に電池ボックスや電池スナップを使用すると、接触部分が徐々にゆるんで接触抵抗が大きくなり、充電効率が著しく低下する場合がありますのでご注意ください。正常に充電されない原因のほとんどはこの場合が多いようです。

《参考》とても簡単な定電流放電器

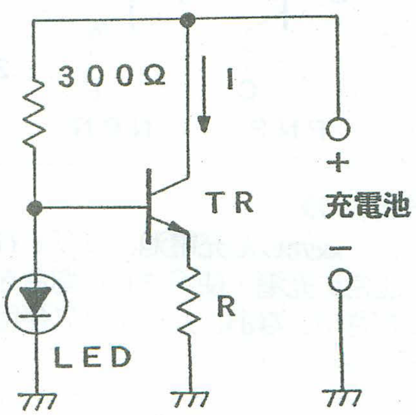
充電池の残量処理に便利です。右図の回路は簡単なものですが、この充電器キットの実験中にとても役に立ったものです。

トランジスタのV_{BE}とLEDのV_Fが常に一定であることを利用して定電流放電します。LEDが消灯したら放電終了です。但し、ベース電流も放電対象の充電池から供給されるため、若干ですが放電電流も変化します。また、電圧検出機能や放電停止機能もありませんので、過放電にはご注意ください。

放電電流Ｉは次式で決まります。

$I=(V_F-V_{BE})\div R=(1.8-1.2)\div R=0.6\div R$

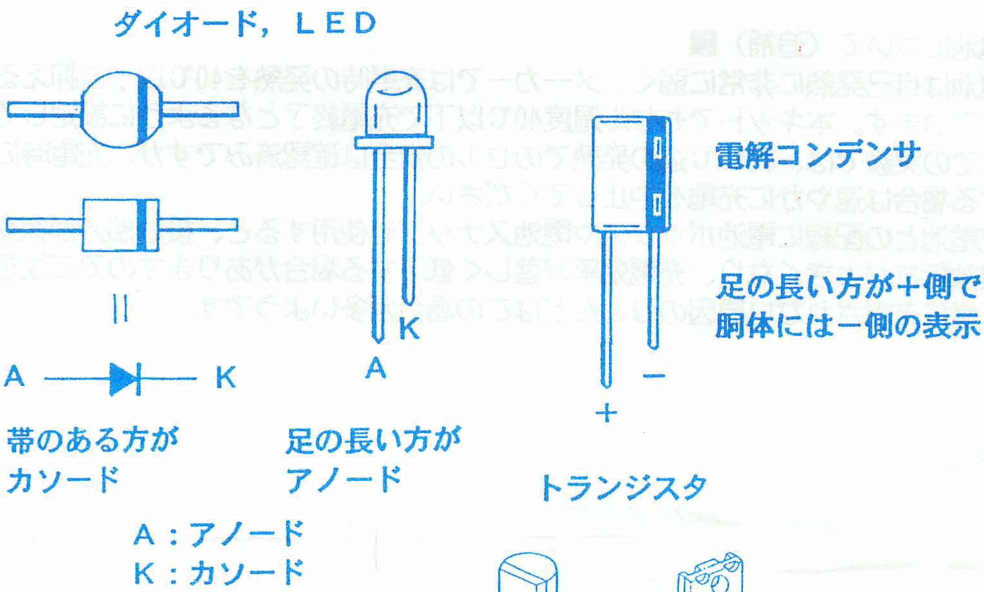
例：Ｒを1.2Ω(1/2W)とすれば、Ｉ＝500mAですので700mAhのNiCdなら90分位で放電できます。



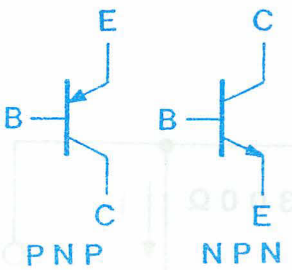
TR:ダーリントンTR(2SD1195 etc)

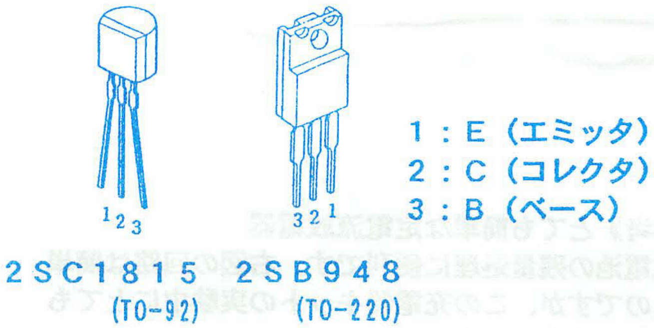
■さいごに…■

急速充電は確かに効率的で便利な方法ですが、同時に一つ間違うと充電池を痛めて寿命を短くしてしまいます。このようなことを考えると、時間のあるときは標準充電で常時待機しておいて、急ぎのときだけ急速充電で、というようにうまく使い分けるようにしたいものですネ。充電前には充電池を完全放電することをくれぐれも忘れないように。



トランジスタ





《お断わり》
当社にて販売した充電池、及びそれに起因して生じたトラブルは、当社の充電器において正常に充電・使用された場合を除いては、一切その責を負いませんので予めご了承ください。なお、万一正常に使用してトラブルが生じました場合には、お手数ですがご連絡ください。

MAX713使用　超急速充電器キット　製作マニュアル
1993.7.18［12.23改訂］　㈲秋月電子　いか

ご質問は往復ハガキまたは返信用切手同封の上でお願いします。
〒158 東京都世田谷区瀬田5-35-6